

- SCHMIDT, U. (1972): Die sozialen Laute juveniler Vampirfledermäuse (*Desmodus rotundus*) und ihrer Mütter. Bonn. zool. Beitr. **23**, 310—316.
- SCHMIDT, U.; GREENHALL, A. M.; L.-FORMENT, W. (1971): Ökologische Untersuchungen der Vampirfledermäuse (*Desmodus rotundus*) im Staate Puebla, Mexiko. Z. Säugetierkunde **36**, 360—370.
- SCHMIDT, U.; VAN DE FLIEDT, K. (im Druck): Innerartliche Aggression bei Vampirfledermäusen (*Desmodus rotundus*) am Futterplatz. Z. Tierpsychol.
- STEPHAN, H.; PIRLOT, P. (1970): Volumetric comparisons of brain structures in bats (an attempt at a phylogenetic interpretation). Bijdragen tot de Dierkunde **40**, 95—98.
- STORCH, G. (1968): Funktionsmorphologische Untersuchungen an der Kaumuskulatur und an korrelierenden Schädelstrukturen der Chiropteren. Abh. Naturforsch. Ges. **517**, 1—92.
- VILLA — R., B. (1966): Los murcielagos de Mexico. Inst. Biol., Univ. Nac. Auton. Mexico. **XI**, 325 pp.
- WICKLER, W.; UHRIG, D. (1969): Verhalten und ökologische Nische der Gelblügelgedermäus, *Lavia frons* (Geoffroy) (Chiroptera, Megadermatidae). Z. Tierpsychol. **26**, 726—736.
- WIMSATT, W. A. (1954): The fetal membranes and placentation of the tropical american vampire bat *Desmodus rotundus murinus*. Acta anat. **21**, 285—344.
- WIMSATT, W. A.; GUERRIERE, A. (1962): Observations on the feeding capacities and excretory functions of captive vampire bats. J. Mamm. **43**, 17—27.
- WIMSATT, W. A.; TRAPIDO, H. (1952): Reproduction and the female reproductive cycle in the tropical american vampire bat, *Desmodus rotundus murinus*. Am. J. Anat. **91**, 415 bis 446.

Anschrift der Verfasser: Dr. UWE SCHMIDT und UWE MANSKE, Zoologisches Institut der Universität, 53 Bonn, Poppelsdorfer Schloß, Germany

## Fellverdunklung beim Hauskaninchen nach Kälteeinwirkung

VON HEIDI BIBER<sup>1</sup>

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Bonn

Arbeitsgruppe Mammalogie

Eingang des Ms. 8. 8. 1972

Der Zusammenhang zwischen Fellfärbung und klimatischen Faktoren wie Temperatur oder Feuchtigkeit ist seit langem bekannt (Glogersche Regel, neu formuliert von K. GOERNITZ 1923): „Innerhalb eines Warmblüter-Rassenkreises weisen die in wärmeren und feuchteren Gebieten beheimateten Rassen eine stärkere Melaninpigmentierung auf als die Rassen kühlerer und trockener Gebiete. In trockenheißen Gebieten lebende Rassen haben wenig oder keine schwarzbraunen Melanine, aber viel gelb- oder rotbraune Melanine (= Wüstenfärbung). In kälteren Gebieten haben die Rassen weniger rotbraune Melanine, und in arktischen Gebieten sind auch die schwarzbraunen Melanine reduziert (= Polarfärbung).“ Die Gültigkeit der sog. Klimaregeln ist an vielen Tiergruppen belegt worden (RENSCH 1936; MAYR 1956).

Erst in jüngerer Zeit haben verschiedene Autoren versucht, die Bedeutung der Einflüsse von Temperatur bzw. Feuchtigkeit getrennt zu werten (AMTMANN 1965; KNIP-

<sup>1</sup> Für die Förderung dieser Arbeit danke ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

RATH 1967). Dabei konnte gezeigt werden, daß Temperatur und Feuchtigkeit unabhängig voneinander die Helligkeit eines Felles beeinflussen, daß jedoch die Feuchtigkeit meist die stärkere Wirkung auf die Fellfarbe auszuüben vermag.

Im Experiment wurde bisher nur der Zusammenhang von Färbung und Feuchtigkeit in wenigen Fällen nachgeprüft (BEEBE 1907). Erhöhte Feuchtigkeit bei sonst konstanten Bedingungen rief bei Nagern und Vögeln eine deutliche Zunahme des Pigments hervor.

Eindeutig umgekehrt und der Gloger-Regel widersprechend ist die Abhängigkeit der Pigmentierung von der Temperatur beim Russenkaninchen (DANNEEL 1941). Es besitzt statt des C-Faktors für volle Ausfärbung ein Allel der Albinoserie, nämlich den sog. Russenfaktor =  $c^h$ . Unterhalb einer bestimmten Hauttemperatur schwärzen sich bei der Haarneubildung die sonst weißen Partien im Fell des Russenkaninchens. Auch AMTMANN (1965) fand der Gloger-Regel zuwiderlaufende Korrelationen von Temperatur und Fellfarbe: „Die Individuen der in relativ warmen Gebieten lebenden Populationen sind relativ hell, der in kühleren Gebieten lebenden relativ dunkel.“ Die Korrelation zwischen Intensität der Pigmentierung und Feuchtigkeit hingegen gilt allgemeiner.

Um den Einfluß der Feuchtigkeit auf den Fellfarbton auszuschließen, untersuchte ich wildfarbige Hauskaninchen, die seit vielen Jahren im Institut gehalten werden und in der Färbung Wildkaninchen stark ähneln. Erste Hinweise für eine mögliche direkte Einwirkung niedriger Temperaturen auf die Fellhelligkeit erhielt ich von Prof. LUBNOW. Er hatte beobachtet, daß in Jahren mit zwei- bis dreiwöchiger Frostperiode im Frühjahr einige der Hauskaninchen nach der Frühjahrsmauser fast schwarze Flecken an den Flanken zurückbehalten hatten. Die Ställe aller Kaninchen stehen üblicherweise im Freien; an den Tieren, die später die Mauserflecken aufwiesen, waren auch während der Frostperiode Untersuchungen an ihrem wildfarbigen Haarkleid vorgenommen worden. Die Versuchstiere hatte man während der Versuchsdauer von etwa zwei Monaten beinahe täglich zur Kontrolle aus ihren Käfigen herausgenommen, und ihre Felle hatten durch die mechanische Reibung beim Herausnehmen an den Flanken ungewöhnlich früh mit der Mauser begonnen (SCHWANITZ 1938).

## Material und Methoden

Meine ersten Versuche an den „Kälteflecken“ fanden in der Frostperiode des Winters 1965/66 statt; die Ergebnisse sind Teil meiner Dissertation, sie wurden jedoch noch nicht veröffentlicht, da zur statistischen Sicherung weitere Untersuchungen nötig waren.

Für alle späteren, hier zitierten Versuche benutzte ich eine Kältekammer, in der jeweils zwei Tiere bei genau  $0^{\circ}\text{C}$  gehalten wurden. Den Tieren zupfte ich bei Versuchsbeginn eine größere Fläche auf dem Rücken kahl und ermittelte aus einem Büschel des normalen Haarkleides die Bindenbreite, Spitzenlänge, die Summe beider (=  $k_1$ ) und die mittlere Haarlänge sowohl der Deck- als auch der Wollhaare (BIEBER 1969). Nach 56, 14 bzw. 8 Tagen kamen die Tiere aus der Kältekammer wieder in die Ställe. Alle Versuche fanden im Hochsommer statt, so daß die wöchentlichen Durchschnittstemperaturen über  $15^{\circ}\text{C}$  lagen. Jeweils zwei Monate nach Versuchsbeginn entnahm ich die inzwischen ausgewachsenen Haare (CLEFFMANN 1953) aus der Versuchsstelle und bestimmte auch an ihnen Haarmuster und Haarlängen. Messungen der Helligkeit an der Versuchsstelle vor und nach der Kälteeinwirkung mit Hilfe des Elrephos (LUBNOW u. NIETHAMMER 1964) waren nicht möglich, da hierfür abgezogene Felle gebraucht werden.

Meine Versuchstiere waren wildfarbige, sogenannte Schwarzwild-Kaninchen, überwiegend  $\text{♀}\text{♀}$ , da am Institut zur Zucht nur wenige  $\text{♂}\text{♂}$  gehalten wurden. Das gewöhnliche Schwarzwild-Kaninchen ist am Kopf, Rücken und an den Flanken wildfarbig, hat einen hellen bis gelblichen Bauch und besitzt nach NACHTSHEIM die Erbformel

$$\frac{\text{CEBDAWY}}{\text{CEBDAWY}}$$

Bei Versuchsbeginn hatten alle Tiere auf dem Rücken sehr feststehende Haare, standen also noch außerhalb einer Mauser.

## Ergebnisse

## 1. Tabelle der gemessenen Werte

Tabelle 1 enthält die Meßwerte des Haarfarbmusters und der Haarlängen, wie sie bei Versuchsbeginn vom normalen Fell (Messung I) und nach der Kälteeinwirkung vom nachgewachsenen Fell (Messung II) ermittelt wurden. Die Angaben sind Mittelwerte aus je 50 Haaren für das Haarfarbmuster, aus je 30 Haaren für die Gesamthaarlänge der Deckhaare, aus je 10 Wollhaaren und aus jeweils allen rein schwarzen Deckhaaren der Stichprobe. Die Werte sind in mm angegeben. Außerdem ist der optische Eindruck vermerkt, den die Versuchsstelle nach dem Kälteversuch im Vergleich mit dem umgebenden Fell zeigt.

Tabelle 1

Meßwerte des Haarfarbmusters und der Haarlänge in mm

Tier-Nr. Kälte-dauer	♂ 888 8 Wochen	♀ 863 8 Wochen	♀ 864 8 Wochen	♀ 818 14 Tage	♀ 862 14 Tage	♀ 897 8 Tage	♀ 898 8 Tage	
Messung I	Spitze	6,31	6,08	6,18	5,78	7,28	6,83	6,39
	Binde	6,47	5,62	7,02	2,65	8,76	3,32	3,07
	k <sub>1</sub>	13,24	11,95	13,37	8,54	16,34	10,33	9,69
	T <sub>Deck</sub>	36,50	31,22	32,55	34,27	35,15	32,33	34,42
	T <sub>s</sub>	39,04	34,50	32,83	36,50	41,63	36,00	37,82
	T <sub>Woll</sub>	31,50	29,95	29,20	30,40	28,70		
Messung II	Spitze	6,16	5,81	7,04	5,19	7,16	6,47	6,47
	Binde	6,47	6,04	7,20	3,33	9,03	3,62	2,65
	k <sub>1</sub>	12,94	12,17	14,34	8,74	16,50	10,14	9,22
	T <sub>Deck</sub>	34,65	28,32	29,50	29,20	30,42	31,65	33,78
	T <sub>s</sub>	38,50	30,38	28,00	32,86	31,33	34,60	36,60
	T <sub>Woll</sub>	31,95	26,75	27,40	27,70	26,25		
Eindruck der Farb- änderung	dunkel	stark dunkel	dunkler	etwas dunkler	dunkler	nicht erkenn- bar	nicht erkenn- bar	
T <sub>Deck</sub> = Gesamthaarlänge der Deckhaare. — T <sub>s</sub> = Gesamthaarlänge der schwarzen Leithaare. — T <sub>Woll</sub> = Gesamthaarlänge der Wollhaare.								

## 2. Statistische Prüfgrößen

Entscheidend für die Beurteilung der Versuche ist, wie sich die Messungen I und II zueinander verhalten, in welchen Punkten Abweichungen zu verzeichnen sind und wie sich dadurch die Farbtonverschiebungen erklären lassen. Daher wurde zunächst die Differenz zwischen der Messung II und den Originalwerten der Messung I errechnet (Tabelle 2).

Die jeweils 50 Einzelwerte für das Haarfarbmuster der I. und II. Messung konnten anschließend mit Hilfe eines t-Testes auf ihre Zugehörigkeit zu einer oder zwei verschiedenen Verteilungen geprüft werden. Gleichermäßen getestet wurden die Werte der Gesamthaarlängen von je 30 Deckhaaren, je 10 Wollhaaren und aller angefallenen ganz schwarzen Leithaare (Tabelle 2). Die Tabelle 2 enthält unter den Prüfgrößen des t-Testes die jeweiligen signifikanten Werte der Schranke  $t_{\beta}$  (für  $\beta = 0,01$ ).



Die Fehlerquellen beim Wiederfinden der ersten Entnahmestelle waren hier besonders groß: Es mußten wesentlich mehr Haare als für eine übliche Haarmustermessung am Rücken des Versuchstieres ausgezupft werden, damit die Kälte auch tatsächlich auf die Haut einwirken konnte und nicht die seitlichen Haare die Versuchsstelle überdecken und mitwärmen konnten. Waren die neuen Haare nach zwei Monaten ausgewachsen, ließ sich die erste Entnahmestelle nur schwer genau wiederfinden. Schon durch leichte Abweichungen der Entnahmestelle kommt es zu solchen Haarmustervariationen, wie bei den ♀♀ 864, 818 und 898 (BIEBER 1969; CLEFFMANN 1953). Für die Gesamthaarlänge ist dies kein Unsicherheitsfaktor, weil die übliche Entnahmestelle (BIEBER 1969) in der Region mit den relativ kürzesten Haaren liegt und eine Abweichung der Entnahmestelle höchstens zu größeren T-Werten geführt hätte.

Die Beurteilung der Differenzen zwischen den Messungen I und II bei den ganz schwarzen Haaren ist auch etwas schwieriger, da die Anzahl der gefundenen ganz schwarzen Haare gering ist (zwischen 3 und 10 je Stichprobe) und die Sicherheits-schranken des t-Testes dann besonders groß sind. Für ♀ 864 war deshalb keine Sicherung durch einen t-Test an den schwarzen Haaren möglich.

## Diskussion

Bei den Versuchen überrascht, daß die Temperatur einen so starken und rasch wirkenden Einfluß auf die Farbhelligkeit eines Kaninchenfelles ausüben kann. Aber ein solcher einfacher Mechanismus: kürzere Deckhaare — dunkleres Fell ist schon nach einer Mauer realisierbar und könnte dem Wildtier die nötige und schon oft beschriebene, sehr kurzfristige Farbanpassung — natürlich auch in umgekehrter, aufhellender Weise — gestatten (BEEBE 1907; NACHTSHEIM 1949; JOHNSTON u. SELANDER 1964). Ob die ebenfalls kurzfristig aufgetretene Fellverdunklung bei erhöhter Feuchtigkeit ähnlich entsteht wie im vorliegenden Fall, sollte einmal untersucht werden.

## Zusammenfassung

Setzt man Hauskaninchen, denen eine größere Fläche im Fell ausgezupft wurde, für mindestens 14 Tage 15—20° C kälter als normal, so erscheint die Stelle der neugebildeten, ausgewachsenen Haare dunkler als das umgebende Fell.

Die Änderung der Fellhelligkeit beruht nicht auf einer Änderung der Längen der distalen Haarabschnitte, sondern allein auf einer Verkürzung der Haare. Leit-, Deck- und Wollhaare haben unterschiedliche Längenverluste; sie sind am größten bei den Leithaaren, am geringsten bei den Wollhaaren. Dadurch wird die helle Wildbinde im wolligen Unterfell stärker verdeckt und kann weniger zur Fellhelligkeit beitragen.

## Summary

### *The Darkening of Agouti-Rabbits' Coats under the Influence of Coldness*

Having kept agouti rabbits — of which coats a greater part was pulled out — under climatic conditions some 15—20 degrees below the average relevant for the species, it was found that the coatparts with the new-grown and fully developed hairs were considerably darker than their surroundings.

An analysis of this phenomenon led to the following conclusions: It could be stated that the above mentioned change in the brightness of the coats is not owing to some alteration regarding the length of the distal hair segments, but exclusively to a shortening of the hairs.

The extent to which this diminishing of length goes, differs considerably for the primary and secondary guard hairs and for the fur fibres: it is, as we found, greatest with the primary guard hairs and smallest with the fur fibres.

For these reasons the bright yellow band in the underfur is more than usually covered and therefore less conditioned to contribute to the brightness of animals' coats.

## Literatur

- GLOGER, C. L. (1833): Das Abändern der Vögel durch Einfluß des Klimas. Schulz & Co., Breslau.
- GÖRNITZ, K. (1923): Über die Wirkung klimatischer Faktoren auf die Pigmentierung der Vogelfedern. J. f. Ornith. 71, 456—511.
- MAYR, E. (1956): Geographical character gradients and climatic adaptation. *Evolution* 10, 105—108.
- RENSCH, B. (1936): Studien über klimatische Parallelität der Merkmalsausbildung bei Vögeln und Säugern. *Arch. f. Naturgesch. N. F.* 5, 317—363.
- AMTMANN, E. (1965): Zur geographischen Farbvariation des afrikanischen Riesenhörnchens *Protoxerus stangeri* (Waterhouse). *Z. Morph. Ökol. Tiere* 55, 515—529.
- KNIPRATH, E. (1967): Untersuchungen zur Variation der Rückenfärbung der beiden Meisen (*Parus montanus* und *Parus palustris*). *J. f. Ornith.* 108, 1—46.
- BEEBE, W. (1907): Geographic Variations in Birds with Special Reference to the Effects of Humidity. *Zoologica, N. Y. Soc.* 1, 1—41.
- DANNEEL, R. (1941): Phänogenetik der Kaninchenfärbung. *Ergebnisse d. Biol.* 18, 55—87.
- SCHWANITZ, J. (1938): Untersuchungen zur Morphologie und Physiologie des Haarwechsels beim Hauskaninchen. *Z. Morph. Ökol. Tiere* 33, 496—526.
- BIEBER, H. (1969): Das Haarfarbmuster wildfarbiger Hauskaninchen und sein Einfluß auf die Fellfarbe. *Z. wiss. Zool.* 179, 301—332.
- CLEFFMANN, G. (1953): Untersuchungen über die Fellzeichnung des Wildkaninchens. *Z. induct. Abstammungs- und Vererbungslehre* 85, 137—162.
- LUBNOW, E.; NIETHAMMER, G. (1964): Zur Methodik von Farbmessungen für taxonomische Untersuchungen. *Verh. dtsh. Zool. Ges. München* 1963, 646—663.
- NACHTSHEIM, H. (1949): Vom Wildtier zum Haustier. Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- JOHNSTON, R. F.; SELANDER, R. K. (1964): House Sparrows: Rapid Evolution of Races in North America. *Science* 144, No. 3618, 548—550.

*Anschrift der Verfasserin:* Dr. HEIDI BIEBER, D-2000 Hamburg 70, Kuehnstraße 149

## Freilandversuche mit Hunden zur Bestimmung der Rietschwelle für Buttersäure

Von LOTHAR RENWRANTZ

*Aus dem Zoologischen Institut und Museum der Universität Hamburg*

*Eingang des Ms. 30. 5. 1972*

### Einleitung

Es war schon das Ziel zahlreicher Untersuchungen, Aufschluß über die Rietschärfe des Hundes zu erhalten. Dabei ging es zunächst vor allem um die Lösung des Fährtenproblem (ROMANES 1887; F. SCHMIDT 1910; MOST 1926—28; HANSMANN 1929—31; MENZEL u. MENZEL 1928—32). Die Versuchsergebnisse konnten aber nur wenig zur sinnesphysiologischen Beurteilung der olfaktorischen Leistung beitragen.

Zur Ermittlung der Leistung eines Sinnesorgans wird in der Regel die Bestimmung der Reizschwelle vorgenommen. Während beim Menschen die Rietschwelle, ausgedrückt als Anzahl der Duftmoleküle pro cm<sup>3</sup> Luft, für zahlreiche Duftstoffe exakt